

(DOI): 10.5935/PAeT.V10.N3.04

*Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.10, n.3 p.37-45, 2017***Cientific Paper****Efeito combinado da radiação gama e da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita do abacaxi "Pérola"****Resumo**

O etileno induz uma série de reações que levam ao amadurecimento e consequentemente a perda de qualidade dos produtos hortifrutícolas. Diante disso o presente trabalho tem por objetivo avaliar diferentes condições de armazenamento associado a radiação gama no controle da maturação do abacaxi "Pérola". Os frutos foram acondicionados por 20 dias em temperatura ambiente e em refrigeração a 10°C sob influência ou não da radiação gama a 3,0KGy. A cada quatro dias estes foram avaliados quanto a taxa respiratória, produção de etileno, acidez titulável, firmeza do fruto, coloração da casca, teor de ácido ascórbico e sólidos solúveis. Houve interação significativa a nível de 5% para todas as variáveis analisadas entre as condições de armazenamento associado ou não a radiação gama. A refrigeração manteve a qualidade dos frutos por maior período. A radiação foi eficiente em inibir a maturação dos frutos independente da temperatura. O efeito combinado da refrigeração e radiação gama inibiu a produção de etileno e manteve baixa a taxa respiratória dos frutos contribuindo ainda na maior firmeza e manutenção dos conteúdos de sólidos solúveis, coloração da casca, acidez titulável e ácido ascórbico durante o tempo de armazenamento.

**Palavras chave:** *Ananas comosus* L., amadurecimento; radiação.

Alex Guimarães Sanches <sup>1</sup>  
Maryelle Barros da Silva <sup>2</sup>  
Elaine Gleice Silva Moreira <sup>2</sup>  
Carlos Alberto Martins Cordeiro <sup>3</sup>

**Abstract****Combined effect of gamma radiation and storage temperature on post-harvest quality of "Pérola" pineapple**

Ethylene induces a series of reactions that lead to maturity and therefore the loss of quality of produce. Therefore this study is to evaluate different storage conditions associated with gamma radiation in control of pineapple ripeness "Pearl". The fruits were stored for 20 days at room temperature and cooling to 10 ° C under the influence of gamma radiation or not the 3,0KGy. Every four days they were evaluated for respiratory rate, ethylene production, titratable acidity, fruit firmness, peel color, ascorbic acid and soluble solids. There was a significant interaction at the level of 5% for all variables between the conditions associated storage or not the gamma radiation. Cooling maintained fruit quality for a longer period. The radiation was effective in inhibiting the maturation of the fruit regardless of temperature. The combined effect of cooling and gamma radiation inhibited the production of ethylene and maintained the low respiratory rate of fruit still contributing to the greater firmness and maintenance of soluble solids content, peel color, titratable acidity and ascorbic acid during storage.

**Key words:** *Ananas comosus* L., ripening; radiation.

Received at: 06/04/2017

Accepted for publication at: 03/08/2017

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo. Mestrando em Agronomia. Universidade Federal do Ceará - UFC - Avenida da Universidade, 2853 - Benfica, Fortaleza - CE, 60020-180. Email: alexsanches.eng@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma. Universidade Federal do Pará, Campus Altamira - UFPA - Rua. Cel. José Porfírio, 2515 - São Sebastião, Altamira - PA, 68372-040. Email: maryellebarros@bol.com.br; elaine.moreira230@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Adjunto. Universidade Federal do Pará, Campus Bragança - UFPA - Rua Alameda Leandro Ribeiro - Aldeia, Bragança - PA, 68600-000. Email: camcordeiro2006@gmail.com

## Resumen

### Efecto combinado de la radiación gamma y de la temperatura de almacenamiento en la calidad post-cosecha del piña " Perola "

El etileno induce una serie de reacciones que llevan a la maduración y consecuentemente la pérdida de calidad de los productos hortifrutícolas. En el presente trabajo se pretende evaluar diferentes condiciones de almacenamiento asociado a la radiación gamma en el control de la maduración del piña "Perola". Los frutos fueron acondicionados por 20 días a temperatura ambiente y en refrigeración a 10 ° C bajo influencia o no de la radiación gamma a 3,0KGy. Cada cuatro días estos fueron evaluados en cuanto a la tasa respiratoria, producción de etileno, acidez titulable, firmeza del fruto, coloración de la cáscara, contenido de ácido ascórbico y sólidos solubles. Se observó una interacción significativa a nivel del 5% para todas las variables analizadas entre las condiciones de almacenamiento asociado o no la radiación gamma. La refrigeración mantuvo la calidad de los frutos por mayor período. La radiación fue eficiente en inhibir la maduración de los frutos independientemente de la temperatura. El efecto combinado de la refrigeración y radiación gamma inhibió la producción de etileno y mantuvo baja la tasa respiratoria de los frutos contribuyendo aún en la mayor firmeza y mantenimiento de los contenidos de sólidos solubles, coloración de la cáscara, acidez titulable y ácido ascórbico durante el tiempo de almacenamiento.

**Palabras clave:** *Ananas comosus* L., maduración; radiación.

## Introdução

O abacaxi "Pérola" é muito apreciado no mercado interno pela sua polpa suculenta e saborosa, considerada insuperável para o consumo fresco, e com grande potencial de comercialização internacional, pois é apreciado no Mercosul e na Europa (SILVA et al., 2010), assim faz-se necessário estabelecer condições de armazenamento que garantam a segurança e a qualidade do produto.

Alterações pós-colheita são causadas por diversos fatores, destacando-se a alta taxa respiratória. Esta influencia diretamente nas mudanças metabólicas, na biossíntese e ação do etileno e na mudança composicional dos frutos. O etileno, hormônio produzido principalmente nos frutos climatéricos, tem sua ação fisiológica em quantidade de 0,1 ppm, a qual acelera a respiração, e com isso inicia uma sequência de reações químicas. Essas reações não podem ser interrompidas, mas podem ser controladas dentro de determinados limites, mediante procedimentos pós-colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2007).

Após a colheita, os vegetais continuam seu metabolismo respiratório, consumindo, entretanto, suas próprias reservas, o que leva a deterioração. Assim a temperatura de armazenamento é um dos fatores de maior influência na respiração e no controle do etileno, havendo um valor ideal para a manutenção de cada tipo de produto vegetal para

que esse alcance maior vida útil com o máximo de qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A refrigeração nesse contexto é a técnica mais utilizada para manutenção da qualidade dos produtos hortifrutícolas, devido o retardamento de processos metabólicos envolvidos na ação das enzimas degradativas e oxidativas, reduz a respiração e a biossíntese do etileno, e o crescimento de microrganismos (THIYAM e SARMA, 2014).

Segundo Vieites et al. (2012) a aplicação da radiação gama tem aumentado significativamente nas últimas décadas sendo um excelente método para prolongar a vida comercial das frutas, retardando os processos de amadurecimento e senescência, bem como reduzindo significativamente o apodrecimento causado por fungos e bactérias patogênicas.

A literatura não aborda o uso de radiação gama na conservação de abacaxis quando associada aos procedimentos pós-colheita normalmente empregados, assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar diferentes condições de armazenamento visando o controle da maturação do abacaxi "Pérola".

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia do Centro de Estudos Ambientais, CEA, localizado no município de Altamira, PA. Os abacaxis da cultivar Pérola foram

colhidos em propriedade agrícola localizado no município de Altamira-PA, os frutos foram em estágio de maturação fisiológico alcançado na cor verde, livre de injúrias e ou ataques por pragas e doenças.

Aproximadamente 250 frutos com peso médio variando entre 800 a 1,0 kg foram acondicionados em caixas térmicas e transportados até o laboratório onde foram lavados em água corrente para a retirada das sujidades provenientes do campo e posteriormente sanitizadas em solução contendo hipoclorito de sódio a 5,0 ppm por dez minutos.

Em seguida os frutos foram dispostos em bancadas de alumínio e secos ao ar, em seguida estes foram divididos em lotes sendo submetidos aos seguintes tratamentos: T1: Frutos tratados com radiação gama a 3,0Kgy e armazenados sob temperatura ambiente ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de U.R); T2: Frutos não tratados com radiação e armazenados sob temperatura ambiente ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de U.R); T3: Frutos tratados com radiação gama 3,0Kgy e armazenados sob refrigeração a ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$   $85 \pm 5\%$  de U.R) e T4: Frutos não tratados com radiação gama e armazenados sob refrigeração a ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$   $85 \pm 5\%$  de U.R).

A aplicação da radiação gama foi realizada no irradiador GAMMABEAN 650 usando como fonte o Cobalto-60 na concentração de 3,0 KGy. Após testes preliminares essa concentração foi considerada a hormética para os frutos, isto é que não comprometesse a qualidade físico-química dos frutos e inibisse a produção de etileno e a taxa respiratória durante o armazenamento.

As análises ocorreram a cada quatro dias sobre as seguintes variáveis:

\*Respiratory rate and ethylene production were determined by gas chromatography on a Varian 3300 chromatograph. Samples from each replicate were placed in hermetically sealed mini-chambers and the gas in the free space of the containers was calculated by means of  $\text{CO}_2$  and  $\text{C}_2\text{H}_4$  electronic analyzers, branded Agri- Datalog. Based on the  $\text{CO}_2$  concentration, free space volume, fruit mass and closing time, respiration and ethylene production were calculated endo values expressed in milliliter of  $\text{CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  and  $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

A cor da casca foi avaliada através do colorímetro de Minolta CR-300, tomando-se duas leituras por fruto na sua região equatorial. Os resultados foram expressos em ângulo Hue ( $^\circ\text{H}$ ).

A firmeza da fruta foi realizada com a ajuda do aparelho Texture Analyzer CT3 (Brookfield),

com uma taxa de penetração de  $6,9 \text{ mm s}^{-1}$  até uma profundidade de 7 mm. As análises foram realizadas na região equatorial e em lados opostos de cada fruta, sendo os valores expressos em Newtons (N).

O teor de sólidos solúveis foi medido por leitura refractométrica direta sob a polpa de fruta previamente macerada e homogeneizada em um refratômetro digital Quimis de acordo com as recomendações de AOAC (2012) e os resultados expressos em graus Brix ( $^\circ \text{Brix}$ ).

O teor de acidez titulável, expresso em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa, foi determinado pela titulação de massa conhecida de polpa homogeneizada e diluído com água destilada com uma solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 M, a 1% de fenolftaleína, seguindo a recomendação de AOAC (2012).

O conteúdo da vitamina C foi determinado pelo método proposto por Chen e Wang (2002) em um espectrofotômetro a 525 nm, sendo os resultados expressos na curva de calibração em  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de ácido ascórbico.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $4 \times 6$  sendo quatro tratamentos e seis tempos de avaliação (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias), com cinco repetições e três frutos por parcela repetida. Os dados de cada parâmetro analisado foi submetido à ANOVA e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% através do software estatístico Assistat versão beta 7.7.

## Resultados e Discussão

Para todos os parâmetros analisados observou-se variação estatística a nível de 5% pelo teste de Tukey quando comparado as condições de armazenamento (refrigerado e temperatura ambiente) associado ou não a radiação gama 3,0Kgy.

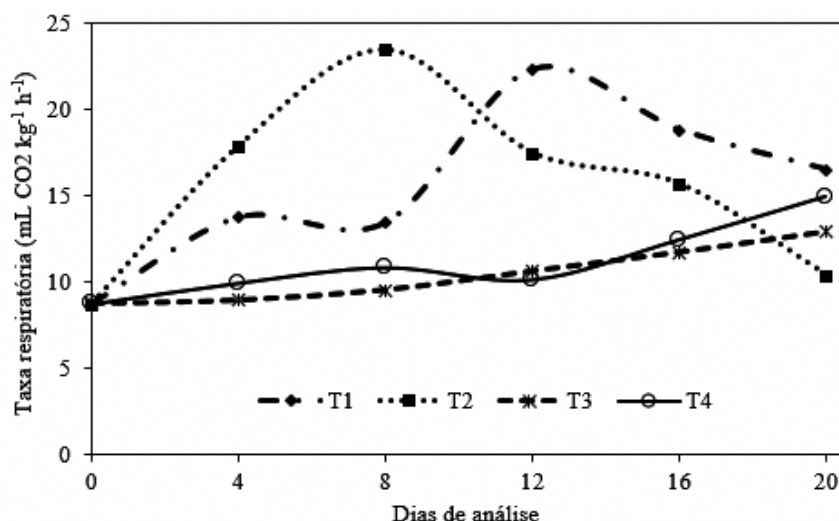
Independente do uso da radiação e da temperatura de acondicionamento, os abacaxis mantiveram aumento no padrão respiratório com o tempo de armazenamento (Figura 1). Tal fato deve-se a fisiologia climática do fruto que exige aumento significativo da respiração durante o processo de amadurecimento. Daiuto et al. (2010) também verificaram aumento no padrão respiratório de abacates "Hass" tratados independente do uso da radiação gama e da temperatura de armazenamento (ambiente e refrigerada) a qual foram expostos.

Nos frutos não tratados com radiação e armazenados a temperatura ambiente (T2) a atividade

respiratória apresentou valor máximo (24,5 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) logo após 8 dias de armazenamento, após esse período a qualidade dos frutos foi comprometida pelo aparecimento de podridões havendo redução nos valores até o vigésimo dia de análise quando verificou-se média de 12,4 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Figura 1). Para a mesma condição de armazenamento observa-se que os frutos tratados com radiação (T1) manteve estável a atividade respiratória até o oitavo dia de armazenamento apresentando média de 12,9 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> cerca de 10% menor que o tratamento T2 para o mesmo período. Com 12 dias de armazenamento a média verificada foi similar à maior apresentada pelos frutos não tratados com radiação (T2) com posterior redução, contudo sem verificar o aparecimento de podridões (Figura 1).

Dados estes concordantes aos apresentados por Hajare et al. (2010) e Silva et al. (2014) ao avaliarem lichias e amoras preta sob efeito da radiação gama, estes autores além de verificarem menor atividade respiratória em comparação aos frutos não tratados observaram que as doses foram eficiente no controle de doenças relacionadas a pós-colheita.

Independente do uso da radiação os abacaxis armazenados a 10°C mantiveram a taxa respiratória reduzida durante todo o período de armazenamento com valores médios variando entre 12,9 e 13,6 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para os tratamentos T3 e T4 respectivamente após 20 dias de armazenamento. Mesmo sem diferença significativa nota-se que o uso da radiação (T3) favoreceu as menores médias (Figura 1).



**Figura 1.** Variação da taxa respiratória (mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) em abacaxi tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a 10°C por vinte dias. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

No que se refere à taxa de produção de etileno (Figura 2) foi verificado um pico na produção deste hormônio somente nos frutos armazenados na condição de temperatura ambiente T1 e T2, respectivamente. Para os frutos mantidos sob refrigeração nota-se apenas um aumento na produção de etileno ao longo do tempo de armazenamento T3 e T4, respectivamente. Na condição de temperatura ambiente observa-se que os frutos tratados com radiação (T1) e não tratados (T2) apresentam um aumento expressivo na produção de etileno sendo mais evidente nos frutos não tratados (T2) atingindo pico de 2,6 µL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> com oito dias de

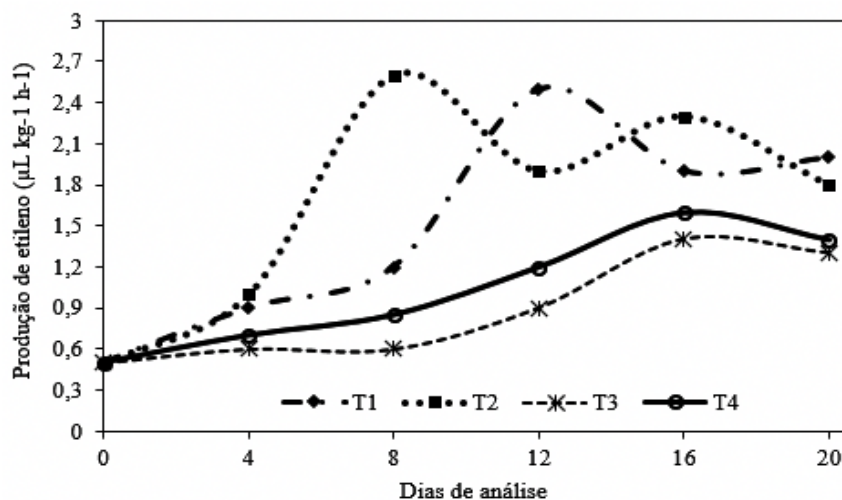
armazenamento. Nos frutos irradiados esse pico é característico somente ao décimo segundo dia de avaliação com média de 2,5 µL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Após o pico de produção do etileno nota-se que em ambos os tratamentos há uma redução na composição desse gás nos frutos caracterizando por redução e estabilidade (Figura 2).

Ainda de acordo com a Figura 2 observa-se que o armazenamento dos frutos em ambiente refrigerado inibiu significativamente a produção deste hormônio, independente do uso ou não da radiação. Os maiores valores verificados para este hormônio situaram-se no décimo sexto dia de

armazenamento com médias de  $1,4 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  e  $1,6 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  para os tratamentos T3 e T4, respectivamente.

Pimentel (2007) verificou que a produção de etileno em goiabas vermelhas tratadas com

radiação foi menor quando comparadas aquelas não tratadas tanto em temperatura ambiente quanto sob refrigeração.



**Figura 2.** Taxa de produção de etileno ( $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) em abacaxis tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a  $10^\circ\text{C}$  por vinte dias. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

Os valores médios para acidez titulável apresentaram um aumento com posterior regressão em diferentes tempos de armazenamento para os tratamentos avaliados (Figura 3A).

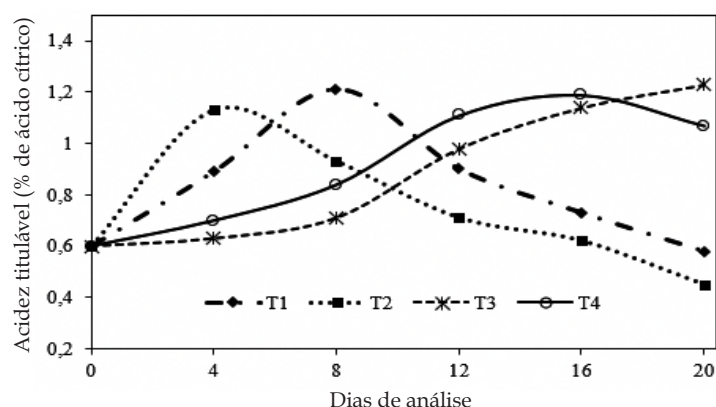
A acidez titulável pode aumentar com o amadurecimento, provavelmente em decorrência da formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação de pectinas, ou ter seus valores reduzidos em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Sendo o período de amadurecimento de alta atividade metabólica, os ácidos constituem uma excelente reserva energética do fruto, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nos abacaxis armazenados em temperatura ambiente esse aumento é verificado até o quarto ( $1,1\%$  ácido cítrico) e oitavo dia ( $1,2\%$  ácido cítrico) para os frutos não tratados (T2) e quando submetidos aos efeitos da radiação (T1) respectivamente. Após esses períodos os valores decrescem até o último dia

de análise, quando apresentam médias abaixo do verificado no dia inicial ( $0,6\%$  de ácido cítrico), não diferindo entre si (Figura 3).

No armazenamento a  $10^\circ\text{C}$  observa-se um aumento nos valores médios durante todo o período de avaliação quando houve o tratamento com radiação gama (T3) mostrando valores médios entre  $0,6$  a  $1,3\%$  de ácido cítrico. A não utilização da radiação nos frutos (T4) mostrou decréscimos nos valores após dezesseis dias de armazenamento atingindo média de  $0,8\%$  de ácido cítrico no último dia de armazenamento (Figura 3), essa redução provavelmente está associada ao consumo dos ácidos orgânicos no metabolismo respiratório dos próprios frutos. Esse comportamento é similar ao observado por França et al. (2008) que verificaram manutenção no conteúdo da acidez quando houve o tratamento com radiação gama em morangos em comparação à testemunha, tanto em condição ambiente quanto refrigerada.





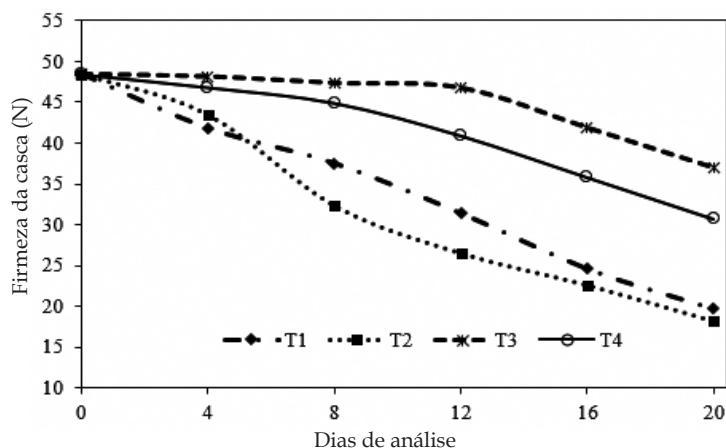
**Figura 3.** Acidez titulável (% ácido cítrico) em abacaxis tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a 10°C por vinte dias. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

De acordo com a Figura 4 percebe-se que as maiores perdas de firmeza nos frutos acondicionados em temperatura ambiente ocorreram após o quarto e oitavo dia para aqueles não tratados com radiação (T2) e aqueles irradiados (T1) diferindo entre si, respectivamente. Ao final de doze dias de armazenamento os abacaxis (T2) haviam perdido cerca de 85% de sua firmeza inicial quando comparados aos 45% observados quando houve o tratamento com radiação (T1) (Figura 4). Oliveira et al. (2006) ao avaliarem a conservação pós-colheita de goiabas "kumagai" notaram maior firmeza quando houve tratamento com radiação em relação a testemunha, semelhante ao verificado neste trabalho.

O armazenamento a 10°C não foi suficiente

para inibir a perda de firmeza nos frutos quando associado ao uso ou não da radiação. De modo geral notam-se valores semelhantes até o oitavo dia de análise quando os frutos não irradiados (T4) apresentaram uma redução mais expressiva evidenciando uma diferença de até 15N em relação a firmeza inicial (Figura 4). Nos frutos tratados com radiação (T3) os valores médios mantiveram-se estáveis até o décimo segundo dia apresentando valor médio de 36,9N após vinte dias de armazenamento (Figura 4).

A radiação possivelmente manteve a integridade da membrana através da síntese de compostos deixando-a mais impermeável ao texturômetro.



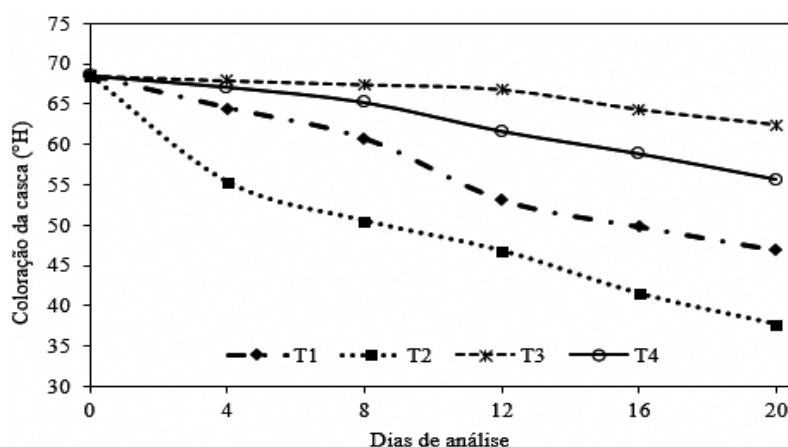
**Figura 4.** Redução da firmeza (N) em abacaxis tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a 10°C por vinte dias. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

A coloração da casca dos abacaxis não tratados com radiação (T2) foi significativamente afetada entre o primeiro e o quarto dia de exposição a temperatura ambiente passando de 68,5 °H (verde) para 55,3°H (amarelo), respectivamente (Figura 5). O uso da radiação (T1) não foi eficaz em manter a coloração da casca, contudo, o aparecimento da cor amarela só foi perceptível após oito dias de armazenamento quando atingiu média de 56,7°H em relação aos 68,52 °H apresentado no dia zero.

Os frutos não tratados com radiação (T4) apresentaram uma discreta perda de cor verde durante no armazenamento a 10°C, com desenvolvimento de tons amarelados na base dos frutos após dezesseis dias de avaliação e com médias de °H variando

entre 68,5 a 55,6 do primeiro ao vigésimo dia de armazenamento (Figura 5). A coloração da casca permaneceu verde nos frutos irradiados, verificando uma certa linearidade nos valores com médias entre 68,5 a 62,4 °H durante todo o experimento (Figura 5).

Comparando o armazenamento em temperatura ambiente e refrigerado (2 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C e 25 °C) Palharim et al. (2015) verificaram maior retenção nos valores de °H na condição refrigerada entre 2 e 10°C. A preservação da coloração na condição refrigerada é devido a menor atividade metabólica dos frutos e a determinação da temperatura ideal de armazenamento reduz a degradação da clorofila nessas condições.



**Figura 5.** Coloração da casca (°H) em abacaxis tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a 10°C por vinte dias. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

No que se refere ao conteúdo de ácido ascórbico os valores médios mostraram diferença estatística somente quando houve o armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 1). O teor de ácido ascórbico apresentou um aumento passando de 45,6 mg 100 g<sup>-1</sup> no dia zero para 65,4 mg 100 g<sup>-1</sup> após oito dias de armazenamento para os frutos não irradiados (T2) e mantidos em temperatura ambiente, tal fato também foi observado quando estes foram tratados com radiação (T1) quando o teor verificado foi de 69,5 mg 100 g<sup>-1</sup>. Após estes períodos a um decréscimo até o último dia de avaliação atingindo médias de 39,4 e 43,2 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Avaliando o abacaxi “Pérola” sobre radiação gama Silva et al. (2008) também notaram variação e redução no conteúdo de ácido ascórbico durante o período

experimental.

Não foi verificado redução no conteúdo de ácido ascórbico quando os frutos mantiveram sob efeito da refrigeração. As médias durante o período experimental variaram entre 45,6 e 69,3 mg 100 g<sup>-1</sup> independente do uso de radiação gama, não diferindo entre si (Tabela 1).

Na condição de temperatura ambiente o conteúdo de sólidos solúveis (Tabela 1) apresentou variação sendo este favorecido pela utilização da radiação gama. Nota-se um aumento expressivo após quatro dias de armazenamento para os tratamentos não irradiados (T2) atingindo média de 11,2 °Brix e um pico de 15,6 °Brix após doze dias de armazenamento, quando os valores passam a diminuir até o fim do período experimental. Nos

frutos irradiados (T1), esse pico nos valores de SS é caracterizado somente no décimo sexto dia de análise verificando média de 16,8 °Brix.

Não foi observada variação e nem diferença estatística no conteúdo de sólidos solúveis nos abacaxis mantidos a 10°C, de maneira geral a um aumento nos valores médios até o último dia de análise quando estes ficaram próximos a 16,5 °Brix (Tabela 1). Tais resultados corroboram com os apresentados por Campos et al. (2011) avaliando e Silva et al. (2014) que ao avaliarem o efeito da radiação

gama na pós-colheita de goiabas e amoras pretas, respectivamente também não notaram diferença significativa no conteúdo de sólidos solúveis durante o armazenamento refrigerado dos frutos.

Os valores médios encontrados nesta pesquisa tanto na condição de temperatura ambiente quanto sob refrigeração estão dentro do definido por Silva et al. (2008) e Martins et al. (2012) que em trabalho com a conservação pós-colheita do abacaxi "Pérola" encontraram valores oscilando entre 15,5 a 16,5 °Brix.

**Tabela 1.** Valores médios pelo teste de Tukey sobre as variáveis: teor de ácido ascórbico e conteúdo de sólidos solúveis em abacaxis tratados ou não com radiação gama e armazenados a temperatura ambiente e a 10°C por vinte dias.

Tratamentos	Dias de análise					
	Teor de ácido ascórbico (mg 100 g <sup>-1</sup> )					
	0	4	8	12	16	20
T1	45,6 cA	52,6 cB	69,5 bA	60,6 aA	55,6 cB	43,2 dB
T2	45,6 cA	59,7 cA	65,4 bA	60,8 aA	53,2 cB	39,4 dB
T3	45,6 dA	49,4 dB	51,6 dB	56,8 cB	65,2 bA	69,3 aA
T4	45,6 cA	50,8 dB	53,7 cB	55,9 cB	62,4 bA	67,7 aA
CV (%) 4,66						
	Sólidos solúveis (°Brix)					
T1	8,5 dA	10,2 cA	12,2 bA	15,7 bB	16,8 aB	13,2 bB
T2	8,5 dA	11,2 cB	14,9 bA	15,9 bC	14,4 bAB	12,5 bB
T3	8,5 eA	9,3 dB	10,5 dB	11,8 cB	13,2 bB	15,9 aA
T4	8,5 eA	9,5 dB	10,7 dB	12,3 cAB	13,8 bB	16,4 aA
CV (%) 2,37						

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Com radiação gama + armazenamento em temperatura ambiente; T2: Sem radiação + armazenamento em temperatura ambiente; T3: Com radiação gama + armazenamento refrigerado e T4: Sem radiação gama + armazenamento refrigerado.

## Conclusões

O uso da radiação gama na pós-colheita dos

abacaxis foi eficiente em manter a qualidade dos frutos independente da temperatura de acondicionamento.

O armazenamento refrigerado prolongou em até 10 dias a vida de prateleira dos frutos quando comparado à condição ambiente.

A combinação de radiação gama com refrigeração inibiu a produção de etileno mantendo estável a atividade respiratória dos frutos, garantindo com isso maior firmeza e manutenção da coloração, do conteúdo de sólidos solúveis e nos teores de ácido ascórbico com o tempo de armazenamento.

## Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 2012. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington, USA. 1017 p.
- CHEN, J., WANG, X. 2002. Experimental instruction of plant physiology. **South China University of Technology Press**, Guangzhou, CHN, 124 p.



- CAMPOS, A. J. de.; FUJITA, E.; NEVES, L. C.; VIEITES, R. L.; CHAGAS, E. A. Radiação gama e atmosfera modificada passiva na qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 2, n. 1, p. 350-356, 2011.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Ed UFLA, 2005. p.785.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; CITADINI RUSSO, V. Taxa respiratória de abacate "Hass" submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. Hermosillo, MXC, v. 10, n. 2, -, 101-109, 2010.
- FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Lavras, MG, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008.
- HAJARE, S. N.; SAXENA, S.; KUMAR, S.; WADHAWAN, S.; MORE, V.; MISHRA, B. B.; PARTE, M. N.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Quality profile of lichi (*Litchi chinensis*) cultivars from India and effect of radiation processing. **Radiation and Chemistry**. v. 79, n. 9, p. 994-1004, 2010.
- MARTINS, L. P.; SILVA, S. de. M.; SILVA, A. P. da.; CUNHA, G. A. P. da.; MENDONÇA, R. M. N.; VILAR, L. da. C.; MASCENA, J.; LACERDA, J. T. Conservação pós-colheita de abacaxi 'pérola' produzido em sistemas convencional e integrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 34, n. 3, p. 695-703, 2012.
- OLIVEIRA, A.C.G. ZANÃO, C. F. P.; ANICETO, A. P. P.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; WALDER, J. M. M. Conservação pós-colheita de goiaba-branca 'Kumagai' por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 375-396, 2006.
- PALHARIM, M. C. de. A.; FISCHER, I. H.; VEGIAN, M. R. da. C.; FILETI, M. de. S.; MONTES, S. M. N. M. Efeito da temperatura de armazenamento na conservação pós-colheita de amora-preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, GO, v. 45, n. 4, p. 413-419, 2015.
- PIMENTEL, R. M. de. A. Qualidade pós-colheita da goiaba vermelha (*Psidium guajava* L.) submetida ao tratamento quarentenário por irradiação gama. [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo/USP; 2007. 112 p.
- SILVA, J. M. da.; SILVA, M. da.; SPOTO, M. H. F. Características físico-químicas de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Lavras, MG, MG, v. 28, n. 1, p. 139-145, 2008.
- SILVA, S. M.; COSTA, J. P.; MENDONÇA, R. M. N.; DANTAS, R. E.; SANTOS, A. F.; ASSU, R. T.; ALVES, R. E. Microbial Quality of Minimally Processed 'Perola' Pineapple Grown under Good Agricultural Practices System. *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 864, p.379-386, 2010.
- SILVA, M. P. da.; GOMES, F. dos. S.; FREIRE JUNIOR, M.; CABRAL, L. M. C. Avaliação dos efeitos da radiação gama na conservação da qualidade da polpa de amora-preta (*rubus spp.* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 36, n. 3, p. 620- 627, 2014.
- THIYAM, B; SHARMA, G. B. In vitro impact of temperature on the radial growth of pathogenic fungi. **Indian Journal of Applied Research**. v. 4, n. 2, p. 1-5. 2014.
- VIEITES, R.L.; POCANÇO, N.F.M.; DAIUTO, E.R. Radiação gama na conservação de caqui 'Giombo', destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 34, n. 3, p.719-726, 2012.